

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-154053

(43)Date of publication of application : 08.06.2001

(51)Int.Cl.

G02B 6/13  
G02B 6/122

(21)Application number : 2000-321300

(71)Applicant : HER MAJESTY THE QUEEN IN  
RIGHT OF CANADA AS  
REPRESENTED BY MINISTER OF  
IND THROUGH COMMUN RES  
CENTER

(22)Date of filing : 20.10.2000

(72)Inventor : ALBERT JACQUES  
BILODEAU FRANCOIS  
KENNETH O HILL  
JOHNSON DERWYN C  
MIHAIOV STEPHAN J

(30)Priority

Priority number : 1999 421234

Priority date : 20.10.1999

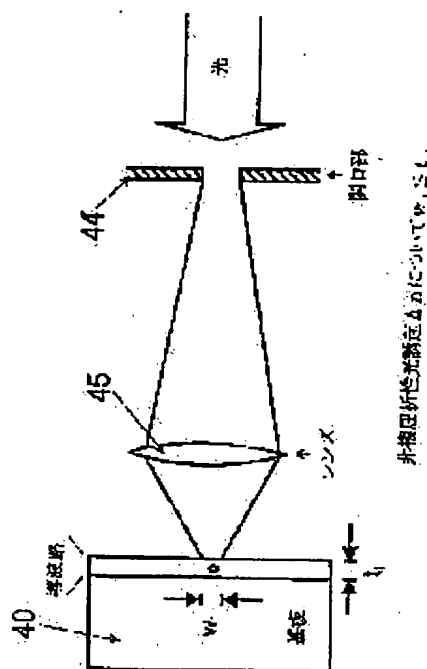
Priority country : US

(54) METHOD FOR INDUCING REFRACTIVE INDEX CHANGE AND FOR IMPARTING  
OPTICAL STRUCTURE FOR REFRACTIVE INDEX CHANGE TO PLANAR WAVEGUIDE  
DEVICE, AND GRATING MANUFACTURED BY THESE METHODS

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a method for inducing the refractive index change of a planar waveguide, capable of reducing or avoiding the polarization sensitivity of the plane waveguide.

SOLUTION: A planar waveguide layer formed on a substrate 40 is irradiated by light beams through an aperture part 44 and a lens 45. In the irradiation by the light beams, a grating is written, by combining the irradiation by wide beams with the irradiation by beams small in beam spot size. A width  $w_1$  of the beam small in beam spot size is made smaller than an overall thickness  $t_1$  of the planar waveguide layer.





(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開 2001-154053

(P2001-154053A)

(43) 公開日 平成13年6月8日(2001.6.8)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テーマコード(参考)

G 0 2 B

6/13

G 0 2 B

6/12

M

6/122

A

審査請求 未請求 請求項の数 10

O L

(全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2000-321300(P2000-321300)

(22) 出願日 平成12年10月20日(2000.10.20)

(31) 優先権主張番号 09/421234

(32) 優先日 平成11年10月20日(1999.10.20)

(33) 優先権主張国 米国 (U S)

(74) 代理人 100093894

弁理士 五十嵐 清

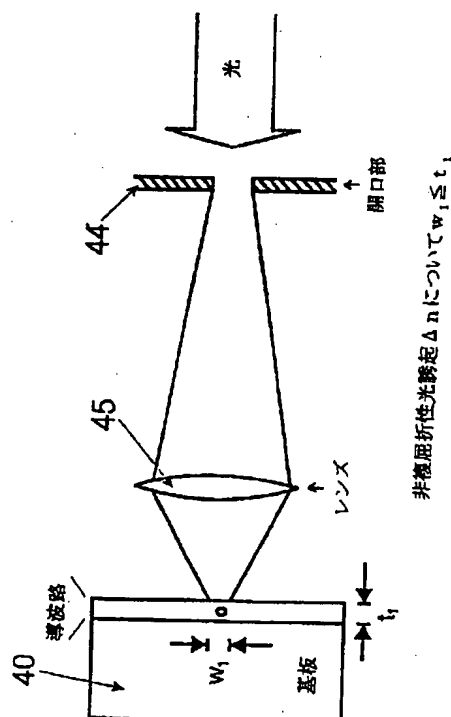
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 平面導波路デバイスに屈折率変更の誘起、屈折率変更の光学構造の付与、を行う方法およびそれらの方法により製造された格子

(57) 【要約】

【課題】 平面導波路の偏波感度を低減または回避可能な平面導波路の屈折率誘起方法を提供する。

【解決手段】 基板 40 上に形成された平面導波路層に開口部 44 およびレンズ 45 を通して光ビームを照射する。この光ビームの照射は広いビームの照射と、ビームスポットサイズの小さいビームの照射とを組み合わせる。格子の書き込みを行う。ビームスポットサイズの小さいビームの幅  $w_1$  は平面導波路層の全体の厚み  $t_1$  より小とする。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 基板層に付着された層により構成された平面導波路を提供し、ここで、基板の (a) 光学的特性、(b) 密度、(c) 熱膨張係数の少なくとも一つは平面導波路のそれとは異にし、平面導波路層は実質的に基板層よりも薄く、平面導波路層は  $t_1 \mu\text{m}$  の複合厚みを持たせ、導波路を狭い光ビームで照射し、平面導波路上に入射する光ビームは光ビームが平面導波路上に衝突する際  $t_1 \mu\text{m}$  よりも大きくない幅に制限するステップを有する、ことを特徴とする平面導波路デバイスに変更された屈折率の領域を誘起する方法。

【請求項 2】 更に、導波路に  $t_1 \mu\text{m}$  よりも実質的に大きい幅を持つ広いビームを照射するステップを有する、ことを特徴とする請求項 1 記載の方法。

【請求項 3】 導波路は狭いビームおよび広いビームで同時に照射される、ことを特徴とする請求項 2 記載の方法。

【請求項 4】 狭いビームと広いビームは予め与えられた形態で半径方向に変化する強度を持つ単一光ビームにより構成する、ことを特徴とする請求項 3 記載の方法。

【請求項 5】 クラッド層によって囲まれた薄い導波コア層を含む複合厚み  $t_1$  を持つ層状構造を提供し、コア層は  $n < 1.0$  として厚み  $n t_1$  を持ち、層状構造は  $m > 5$  として  $m t_1$  よりも大きい厚みの基板に付着されており、導波コア層の一部をその部分の導波コア層内の領域の屈折率を永久的に変えるように十分な期間でかつ十分な強度を持つ光ビームで照射するステップを有し、ビームは  $t_1$  よりも小さいスポットサイズとした、ことを特徴とする平面導波路デバイスに光学構造を付与する方法。

【請求項 6】 厚み  $t_{ss}$  の基板層と、クラッドによって囲まれた実質的に薄い感光性導波コアを持つ  $t_1$  の組合せ厚みを持つ層状構造を提供し、導波コア層の一部をその部分の導波コア層内の領域の屈折率を永久的に変えるように十分な期間でかつ十分な強度を持つ光ビームで照射するステップを有し、ビームはそのパワーが  $t_1$  と等しいかまたはそれよりも小さい領域に閉じ込められる場合に平面導波路デバイス上に 95% の直径を持つものである、ことを特徴とする平面導波路デバイスに光学構造を付与する方法。

【請求項 7】 照射光ビームが導波コア層の縦軸に沿う周期的または非周期的な変化を持つ、請求項 6 に記載の方法で製造された格子。

【請求項 8】 狭い光ビームが導波コア層の縦軸に沿う周期的または非周期的な変化を持つ、請求項 1 記載の方法で製造された格子。

【請求項 9】 照射光ビームが導波コア層の縦軸に沿う周期的または非周期的な変化を持つ、請求項 1 記載の方法で製造された格子。

【請求項 10】 厚み  $t_{ss}$  の基板層と、クラッドによ

て囲まれた実質的に薄い導波コアを持つ  $t_1$  の組合せ厚みを持つ層状構造を提供し、導波コア層の一部をその部分の導波コア層内の領域の屈折率を永久的に変えるように十分な期間でかつ十分な強度を持つ光ビームで照射するステップを有し、ビームは半径方向に変化する不均一強度パターンを持つ直径を持ち、導波路コア上の寸法  $t_1$ 、またはそれより小さい領域に衝突する光エネルギーは導波路層の他の区域に衝突する光エネルギーとは実質的に異なる、ことを特徴とする平面導波路デバイスに光学構造を付与する方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は平面光回路に関し、より詳細にはこのような回路の平面導波路内部における好ましくない偏波依存性を低減する方法に関連した平面導波路デバイスに屈折率変更（屈折率修正）の誘起、屈折率変更（屈折率修正）の光学構造の付与、を行う方法と、それらの方法により製造された格子（グレーティング）に関する。

## 【0002】

【発明の背景】 本発明は、ブラックまたは長周期格子のような光学構造を形成することに必ずしも限定されないが、それを含む、平面光導波路の屈折率を紫外線光照射により変更（修正）する方法に向けられる。より詳細には、新規な方法は、通常比較的厚い基板によって支えられる多層デバイスに、このような構造を書込むことに関連する複屈折効果を最小にできるステップを含む。

【0003】 ある波長およびある強度の光に対する光導波路ファイバーの感度は、1970年代の終期以降知られてきた。与えられた波長および与えられた強度の光に導波路を曝すことによって、導波路ファイバーの損失特性と屈折率は永久的に変化させられる、ということが発見された。その効果およびそれが如何に使用されるかを記述した発表は、Kashyap 他著、「光感応性光ファイバーおよび平面導波路」、BT Techno. 第1部、11巻2号、1993年4月、である。この刊行物は、150頁、2.1節に光誘起反射格子の製作を議論し、光感度が非常に大きくなり得る強い193nm光を使用する照射を特に除いて、600nmから導波路の光感度がピークであると思われる240nmに光波長が低減されるに従い、屈折率の変化の量が増加することを記している。(Mallo 他によって論証されているように、Electron Lett. 31巻、879頁(1995年))。

【0004】 Melitz 他著、「ブラック格子形成およびゲルマノ珪酸塩ファイバー受光感度」、SPIE V. 1516、光ファイバー中の光誘起自己組織効果に関する国際研究集会、1991年、の中で光感度のメカニズムおよび大きさが議論されている(185頁、第1パラグラフ、第1節)。この発表はまた、格子書込み

の干渉計技術も議論している(185-6頁、第2節)。189頁、第一パラグラフに誘起複屈折の測定が提供されている。その刊行物の図6も参照。

【0005】他の発表、Erdogan他著、「感光性ゲルマニウムドープシリカ光ファイバーにおけるUV誘起複屈折の特性化」、J. Opt. Soc. Am. B/V. 11、10巻、1994年10月、は導波路ファイバーに入射した光の偏波方向の向きへの、誘起複屈折の依存性を記している。特に刊行物に提示されたデータは、偏波方向がファイバーの長軸に垂直に向けられた時誘起複屈折は最大となり、および偏波方向がファイバーの長軸に平行に向けられた時最小となるということを示している。この刊行物の図3aおよび4を参照。

【0006】Erdogan等の発表は、誘起複屈折偏波異方性が「偏波モード変換器とロックインフィルタ」のようなデバイスを製作するために使用できる、ということを指摘している。2100頁、第一パラグラフ記載。しかしながら共振伝播を使用するデバイスにおいて、「複屈折は、反射性のような共振格子特性の実質的な偏波依存性に帰することができる」。2100頁、第一パラグラフ記載。

【0007】Erdogan等のデータは、偏波方向が導波路の長軸に沿っている形状においてさえも、ある複屈折性が導波路中に依然として誘起される、ということを示している。図3aと図4の曲線を比較して、非偏波依存性誘起複屈折は、偏波依存性誘起複屈折よりも小さい約4乃至12の範囲の因数(係数)である。しかしながら、このより小さな複屈折量でさえ望ましくない。より多用途でかつ有効な格子は、最小複屈折を持つ格子を作る書き込み方法によって生ずるであろう。

【0008】しかしながら、蒸着層の特性とは異なる特性を持つ材料から成る分厚い基板上に蒸着された、低損失光伝播を支える材料層の集合体より成る比較的薄い導波路を配置する結果として示される、多層構造の導波路を照射して得られる偏波効果、すなわち偏波感度は、Erdogan等によって記述された効果および原因よりも、かなりより明白でありかつ問題含みである。本発明が取り組むものは、層状材料中の不整合および厚みの差に起因するこの偏波感度である。

【0009】しばしば平面光波回路(PLCs)と呼ばれる平面光回路は良く知られており、その幾つかは、特別の適用のためにブラッグ格子または長周期格子のような、その中に形成された光格子を含む。光ファイバーを通して伝播する殆どの信号は不確定な偏波状態を持つので、これらの信号が伝播する格子は、実質的に偏波不感応であるのが好ましい。J. Albert等は、題名「平面光波回路における偏波非依存性強ブラッグ格子」の論文、Electron Lett, 34、485-486頁(1998年)において、その中に形成

されたブラッグ格子を持つ平面導波路の偏波依存、すなわち「偏波感度」を減少する方法を開示している。強力ArFエキシマレーザーを使用することにより、屈折率の変化が作られ、複屈折となる。この複屈折は、殆どのPLCsに示される固有の複屈折を補償するために十分に大きく、および適正なサイン(sign)である。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら本発明においては、複屈折は屈折率の変化の大きさに無関係に制御できる。この制御が特に有用な事例は、最初は偏波非依存性であるマッハ・ツェンダー干渉計の経路長のトリミングにおいてである。勿論トリミングは、デバイスの偏波非依存を維持するために非複屈折性であることが好ましい。しかしながら本発明は、他のフェーズドアレーデバイスや、配列導波路(AWG)のアーム中に同様な偏波を不感応的に要求する配列導波路(AWG's)に使用できる。

【0011】平面導波路は通常TE(横電気)およびTM(横磁気)導波路モードについて異なる伝播定数を持ち、従って偏波感応性であることが知られている。より簡単に言えば、これらの導波路の応答は、直交して偏波された光ビームについて異なる。波長マルチ/デマルチプレクサについて、伝播定数のこの差は、各波長チャンネルのスペクトル応答ピーク中の、または通過帯域中の波長シフトに帰着する。この波長シフトは平面導波路の設計に鋭敏であり、3nm程度の大きさである。WDMシステムは小型に、そして、小さいチャンネル間隔(1.6nmから0.8nmまで、または将来は更に小さく)に向けて設計されるので、更に小さな偏波依存性波長シフト(例えば0.3-0.4nm)に関心がある。

【0012】全く驚くべきことに、本出願の発明者は、その中で格子が光誘起されるべき導波路の大きさに対してのビームの大きさが、導波路中に書き込まれる格子または構造の偏波依存に大きく影響を与えることを発見した。例えば、光誘起複屈折は、導波路領域の幅よりも実質的に大きいスポットの大きさを持つ適当な強度のビームで記述したような平面導波路を照射する時に生じる。ある事例ではこの複屈折は、照射に先立って平面導波路中に存在する複屈折をオフセットし、または補償する。しかしながら多くの場合、現行技術を使用し、導波路に屈折率の変化を光誘起することによって光学構造を書込む時、光誘起複屈折の量(大きさ)は正確には制御できない。

【0013】希望する屈折率の変化 $\Delta n$ の達成は、導波路の照射が実質的に偏波不感応性デバイスを生じる複屈折を誘起する点において常時発生するとは限らない。しかしながら導波路幅よりも大きなビームで照射する従来の技術を、導波路チャンネルの幅と等しいかそれよりも小さいビームスポットの大きさで導波路を照射すること

と組合せて利用することにより、デバイスの偏波感度に対する改善された制御を得ることができる。実際に偏波不感応デバイスは製作できる。この技術は、ブラッグ格子および長周期格子のような格子を書込むことに限定されることなく、多くの他の可能な構造を実現するために屈折率の変化を誘起するために使用できる。

【0014】要約すれば、偏波感度を回避するために、これまで記述したような平面導波路を、実質的により大きな幅のビームと組合せて、導波路コアの幅と実質的に等しいかそれより小さい狭いまたは低減された幅を持つビームで照射することが可能である。

【0015】従って照射によって誘起された複屈折の量を独立して制御しながら、ブラッグ格子および他の光学構造を書込む方法を提供することが、本発明の目的である。本発明の重要なしかし非唯一的使用は、平面導波路中に配置されたこのような構造に結合する対象波長での偏波依存を実質的に減少、または除去することである。

【0016】対象波長において僅かしか、または本質的に全く偏波依存を持たない光誘起ブラッグ格子を提供することが本発明の次の目的である。

【0017】そして、本発明の目的は平面導波路デバイスに屈折率変更（屈折率修正）の誘起、屈折率変更（屈折率修正）の光学構造の付与、を行う方法およびそれらの方法により製造された格子（グレーティング）を提供するものである。

#### 【0018】

【発明を解決するための手段】本発明によれば、基板層に付着された層により構成された平面導波路を提供し、ここで、基板の（a）光学的特性、（b）密度、（c）熱膨張係数の少なくとも一つは平面導波路のそれとは異にし、平面導波路層は実質的に基板層よりも薄く、平面導波路層は  $t_s$   $\mu\text{m}$  の複合厚みを持たせ、導波路を狭い光ビームで照射し、平面導波路上に入射する光ビームは光ビームが平面導波路上に衝突する際  $t_s$   $\mu\text{m}$  よりも大きくない幅に制限するステップを有する、ことを特徴とする平面導波路デバイスに変更された屈折率の領域を誘起する方法が提供されている。

【0019】本発明によれば更に、クラッド層によって囲まれた薄い導波コア層を含む複合厚み  $t_s$  を持つ層状構造を提供し、コア層は  $n < 1.0$  として厚み  $n t_s$  を持ち、層状構造は  $m > 5$  として  $m t_s$  よりも大きい厚みの基板に付着されており、導波コア層の一部をその部分の導波コア層内の領域の屈折率を永久的に変えるように十分な期間でかつ十分な強度を持つ光ビームで照射するステップを有し、ビームは  $t_s$  よりも小さいスポットサイズとした、ことを特徴とする平面導波路デバイスに光学構造を付与する方法が提供されている。

【0020】本発明によれば、平面導波路デバイスに光学構造を提供する方法は、厚み  $t_s$  の基板層と、クラッドによって囲まれた実質的に薄い導波コアを持つ  $t_s$  の

組合せ厚みを持つ層状構造を提供し、導波コア層の一部をその部分の導波コア層内の領域の屈折率を永久的に変えるように十分な期間でかつ十分な強度を持つ光ビームで照射するステップを有し、ビームはそのパワーが  $t_s$  と等しいかまたはそれよりも小さい領域に閉じ込められる場合に平面導波路デバイス上に 95% の直径を持つ。

【0021】更に本発明の別の態様によれば、厚み  $t_s$  の基板層と、クラッドによって囲まれた実質的に（より）薄い導波コアを持つ  $t_s$  の組合せ厚みを持つ層状構造を提供し、導波コア層の一部をその部分の導波コア層内の領域の屈折率を永久的に変化するように十分な期間でかつ十分な強度を持つ光ビームで照射するステップを有し、ビームは半径方向に変化する不均一強度パターンを持つ直径を持ち、導波路コア上の寸法  $t_s$ 、またはそれより少ない領域（区域）に衝突する光エネルギーは導波路層の他の領域に衝突する光エネルギーとは実質的に異なる、平面導波路デバイスに光学構造を提供する方法が与えられている。

【0022】さらに、本発明の別の態様によれば、厚み  $t_s$  の基板層と、クラッドによって囲まれた実質的により薄い導波コアを持つ  $t_s$  の組合せ厚みを持つ層状構造を提供し、導波コア層の一部をその部分の導波コア層内の領域の屈折率を永久的に変えるように十分な期間でかつ十分な強度を持つ光ビームで照射するステップを有し、ビームは半径方向に変化する不均一強度パターンを持つ直径を持ち、導波路コア上の寸法  $t_s$ 、またはそれより小さい領域に衝突する光エネルギーは導波路層の他の領域（区域）に衝突する光エネルギーとは実質的に異なる、ことを特徴とする平面導波路デバイスに光学構造を付与する方法が提供されている。

【0023】好都合なことに、平面基板に配置された導波路に衝突するビーム幅を本発明において記述する仕方と制限する技術を採用することにより、偏波感度は低減でき、または回避でき、および制御できる。

【0024】従って本発明の方法は平面導波路中に存在する複屈折の量の制御に有用となる。

#### 【0025】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施形態例を図面に基き説明する。本実施形態例の説明に先立ち、次の定義は本願の明細書の理解に役立つであろう。

【0026】光導波路格子とは、導波路の長軸に沿った導波路の屈折率の周期的、サイクリック（cyclic）、または非周期的変化である。

【0027】光感度とは、或るガラス成分と選択された光波長間の相互作用であり、そこで入射光は照射ガラスの屈折率または損失特性を永久的に変化する。

【0028】側部書き込みは、光導波路ファイバー中に格子（グレーティング）を形成する技術であり、そこで光は導波路の長軸に沿って明暗縞を交替させる周期的連続性を形成させられる。このような周期的連続性の例は、



導波路ファイバーの側部、および導波路ファイバーの長軸の一部に沿って形成された干渉パターンである。干渉によって生じた周期的光強度パターンは、導波路ファイバーの長軸の一部に沿う屈折率の周期的変化を誘起する。

【0029】平面光波回路(PLC)は実質的に正方形または矩形断面を備えるコアを持ち、コアを囲むより低い屈折率のクラッド材料を持つ導波路であり、全体の集合体はその厚みが実質的に導波路層の厚みよりも大きい基板に配置され、および付着される。

【0030】平面光波回路(PLCs)は、一般的に対称軸に沿って中心コアを備えた、対称的な断面を持つ実質的に円柱形状の光ファイバーよりも、より偏波依存性がある。PLCsは、平面的幾何学配置による形状複屈折と、基板と導波路間の不等熱弾性係数が残留歪みに結びつく、製造プロセスに関連する材料複屈折との両方の影響を受ける。

【0031】格子を持つ平面導波路構造、またはその中に配置された他の波長依存性構造を提供することが本発明の目的であり、ここでこの構造の機能の偏波感度は望む値に制御される。特に重要な例は、この構造が実質的に偏波不感応性であることである。

【0032】本発明の図1に示される実施形態例を参照して、基板10、クラッド層12および周囲のクラッド層12よりも高い屈折率を持つコア層14を持つPLCs形式の平面導波路デバイスが示されている。コア層14の領域内に周期的または非周期的な屈折率の変化を持つ格子(グレーティング)が配置されている。導波路中の永久格子の書き込みは位相マスク、振幅マスクを使用することにより、または多重ビーム干渉技術を使用することによるような各種の既知の技術を使用して行うことができる。

【0033】図2は図1に示されたデバイスの導波路の伝播軸に垂直な断面を図示し、ここで「a」と表示されたセクションは長手コアセクションの端面である。格子(この図には示されていない)とは離れた別の部位には、伝播軸に沿う屈折率の変化はなく、または断熱テーパー部または少なくとも0.1mm半径を持つ湾曲部のような導波光の波長よりも遥かに長い規模で変化する屈折率(屈折率変化)はない。

【0034】例示の実施形態例では、総ての線は直線であり、直角に交差するが、しかしながら導波路は実際には多くの異なる形状を持つことができ、また変化する断面寸法を持つことができる。図2において、導波路

「a」は、光透過コア層であり、そこに入射した光の殆どがコア層「a」と該コア層を囲むクラッド材料「b」から「i」との間の比屈折率差によって閉じ込められる。この構造は平面であって、かつ実質的により厚い支持基板「j」上に製造される。厚み「T」は幅「W」より小さく、この二つの量はコア断面寸法の何れよりもか

なり大きい。本発明は、コアおよび支持基板間の材料および厚みの相違、並びに従来の格子書き込み処置から生じる高い偏波感度の問題についての救済を提供する。

【0035】本発明の好ましい実施形態例では、基板材料は一般的に異なる材料から成る導波路層に機械的強度を与える。基板上のガラスの蒸着(コア層やクラッド層となるガラス層の蒸着)は色々な仕方の何れによっても実施できる。重要なことは、一層または多層のガラス層が基板に接着することである。蒸着ガラスおよびガラス基板材料が通常同一(例えばシリカ)であるとする事例においてさえも、なお、それらは基板がバルク形態で提供され、結果的に光導波路とは異なる物理的特性(密度、熱膨張係数等)を持つという意味において、「異なる」材料と見做されるであろう。

【0036】導波路の光照射領域の複屈折量を制御するために、少なくとも照射の幾つかは、導波路領域を照射するビームの幅が一般的に従来の導波路書き込み技術に使用されるビーム幅よりも小さく(狭く)あるべきである、という仕方で実施されなければならない、ということを実験結果は明示している。偏波感度を制御するビーム幅の適当な範囲を決定するために、誘起複屈折のサイン(sign)を変える臨界ビーム幅は、蒸着ガラス層の厚みに関係する。好ましい範囲を決定するために以下の判定基準が利用される。すなわち、UV誘起複屈折はレーザースポット幅が全蒸着層の厚みの2倍より大の時、「オン」であるかまたは現われ(存在し)、スポット幅が全蒸着層の厚みより小の時、「オフ」である。

【0037】ビーム幅の制御は、多くの仕方で達成できる。好ましい方法は、レーザ光をシステム中のサンプルに集中するために使用される最終の実質的な焦点レンズの前のビーム経路中に置かれた、開口部又は振幅マスクの使用による。図6について、導波路チップ40に向けられた光ビームが示されている。より詳細に言えば、基板上の層の組合せられた厚みに等しい導波路チップのコアの上の幅 $w_1$ に制限された領域内部に向けられた光ビームが示されている。開口部44およびレンズ45の組合せは、好都合にも導波路領域上に希望する直径を持つようにビームを規制する(閉じ込める)手段を提供する。ビーム幅 $w_1$ が $t_1$ よりも小さい時、光誘起屈折率の変化は実質的に非複屈折性である。

【0038】干渉UVビームを発生する方法のような非位相マスク準拠方法を使用して、ビーム幅を制御することが可能である。導波路デバイスの表面に隣接配置された阻止マスク(ブロッキングマスク)の使用は、それ程好ましくなく、その位置での高レーザーパワー密度ゆえに実際的ではないと考えられる。ビームスポットの大きさとパワー密度の独立した制御が必要であるので、レンズの拡大能力を使用することもまた望ましくない。

【0039】図3の(a)および(b)について、それぞれ100 $\mu\text{m}$ および15 $\mu\text{m}$ のスポット幅を持つレー

ザービームを使用する効果が図示されている。図5は図3 (a) および図3 (b) に示され適合直線に基づくUV誘起複屈折を図示する。明らかになることは、UV誘起複屈折の傾斜が二つのビームスポットの大きさに対して反対である、ということである。この現象を利用した結果が図4の (a) および (b) に示され、ここではUV誘起複屈折が「オン」の時、デバイスは偏波不感応性である。

【0040】図5の結果から分かるように、スポットサイズ幅（直径）によってUV誘起複屈折の傾斜が反対となることから、これら、スポットサイズ幅（直径）の異なる光ビームを連続的又は同時に光導波路層に照射することにより、誘起複屈折を自在に制御できることが理解できる。

【0041】勿論本発明の意図と範囲から逸脱することなしに多くの他の実施形態例が考えられる。例えば本発明の好ましい実施形態例では二つの光ビームが続いて使用されるけれども、別の実施形態例では例えば、実質的にコアの上に閉じ込められた第一領域とコアに隣接してクラッド領域に閉じ込められた第二領域との間の二つの別個のステップというような、半径方向に変化するステップ様の不均一エネルギー分布を持つ単一ビームが、実行するに当たって若干、より困難ではあるけれども、実施可能である。これは、強度（光強度）を半径方向にこの仕方に変化するように、強度（光強度）マスクを使用することにより達成できる。総ての事例において望ましいことは、コア（または基板上の複合厚み層）上に衝突する光エネルギーとコアに隣接する領域に衝突する光エネルギー間の比を制御することである。

【0042】本発明の別の実施形態例は、導波路領域それ自身の偏波感度を低減し、または取り除くために導波

路の長さに互って屈折率を変化することに関係する。このような応用は例えばマッハ・ツェンダーデバイスをトリミングする際に有用である。

【0043】この開示を通してビーム幅またはスポットの大きさは、導波路軸に実質的に垂直な方向での寸法（大きさ）と解釈されるべきである。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】導波路コアの領域内に配置された屈折率格子を持つ、本発明による実施形態例に従った平面光導波路デバイスの透視図である。

【図2】図1に示された平面光導波路デバイスの断面図である。

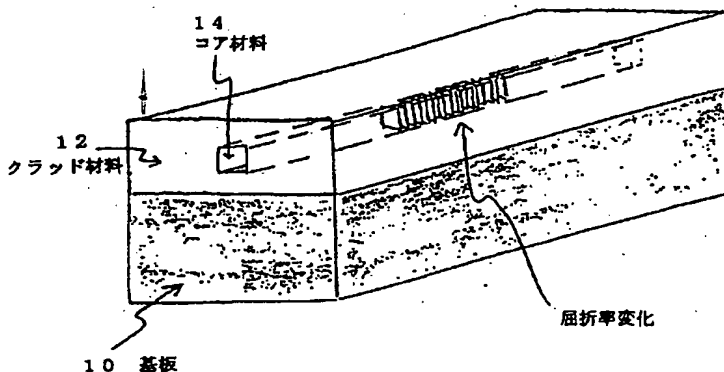
【図3】TEおよびTMモード間の関係をレーザー照射時間とブラッグ波長により示すグラフであり、(a)は、レーザースポット幅100  $\mu\text{m}$ についてブラッグ波長 (nm) 対レーザー照射時間 (秒) を図示するグラフであり、(b)は、レーザースポット幅15  $\mu\text{m}$ についてブラッグ波長 (nm) 対レーザー照射時間 (秒) を図示するグラフである。

【図4】TEおよびTMモードの波長とパワーの関係を示すグラフであり、(a)は、UV誘起複屈折オンの状態で書込まれたブラッグ格子についてパワー (dB) 対波長 (nm) を図示するグラフであり、(b)は、UV誘起複屈折オフの状態で書込まれたブラッグ格子についてパワー (dB) 対波長 (nm) を図示するグラフである。

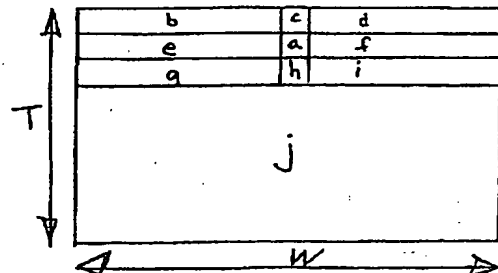
【図5】UV誘起複屈折対レーザー照射時間のグラフである。

【図6】本発明の態様に従う導波路領域の照射を示す図である。

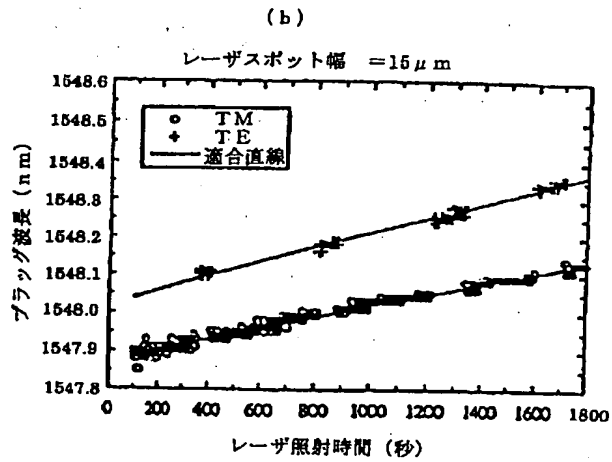
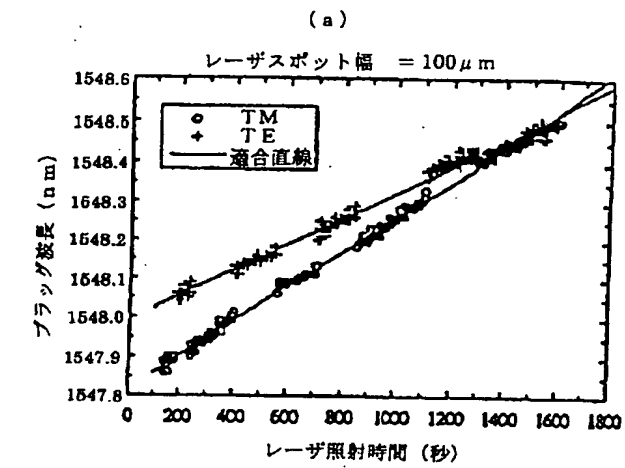
【図1】



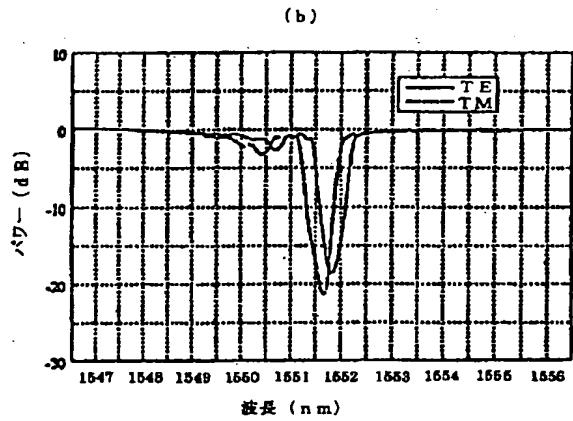
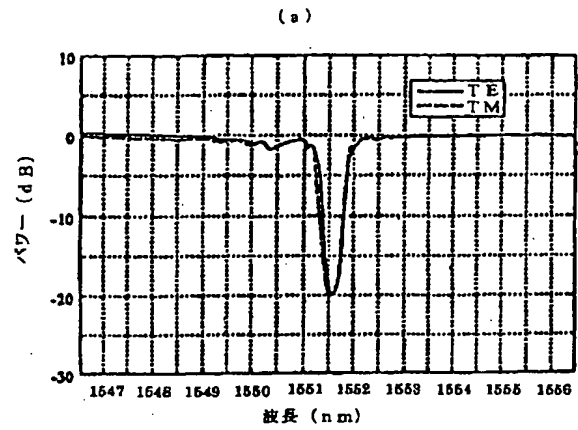
【図2】



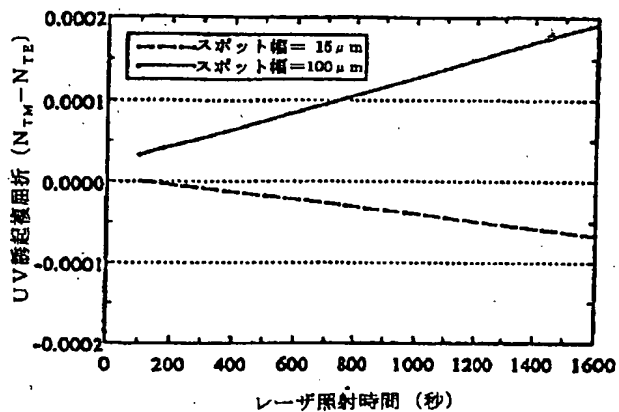
【図3】



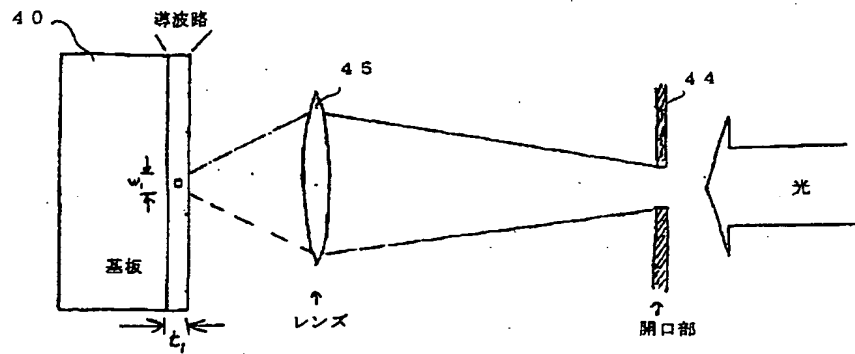
【図4】



【図5】



【図 6】



非複屈折性光誘起  $\Delta n$  について  $w_1 \leq t_1$

【手続補正書】

【提出日】平成13年3月7日(2001. 3. 7)

【手続補正1】

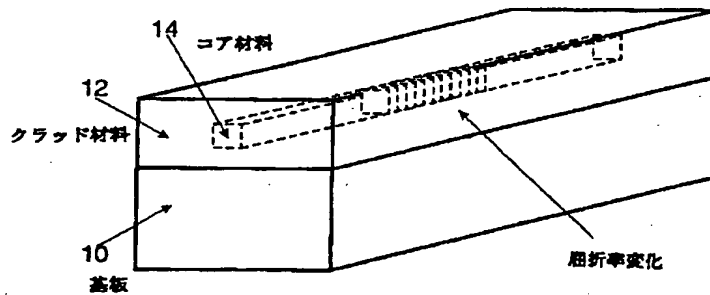
【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】全図

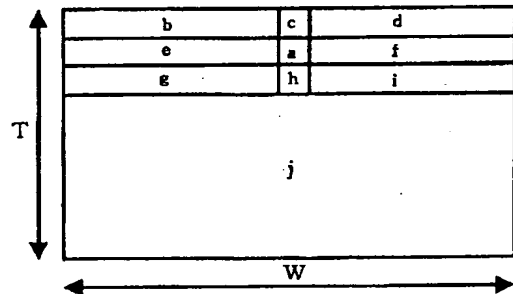
【補正方法】変更

【補正内容】

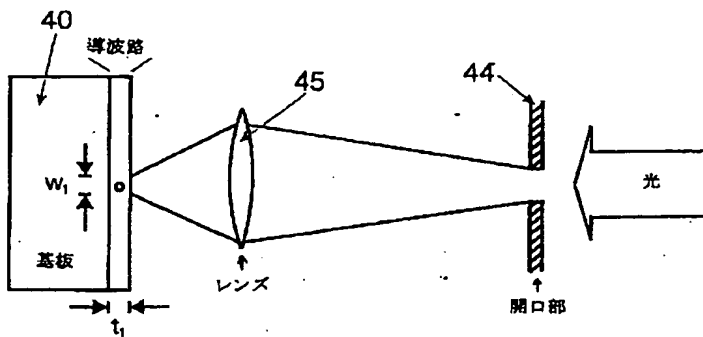
【図 1】



【図 2】

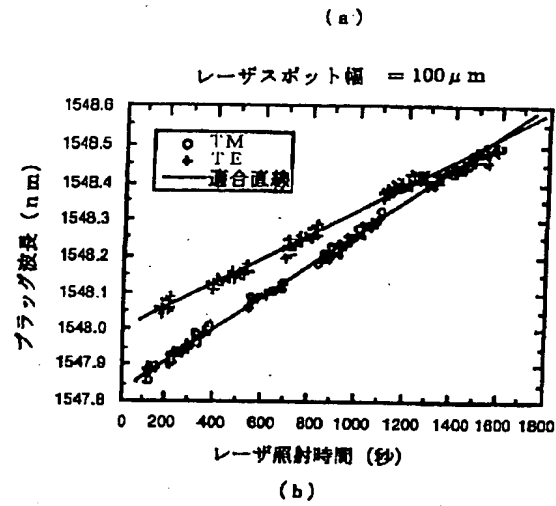


【図 6】

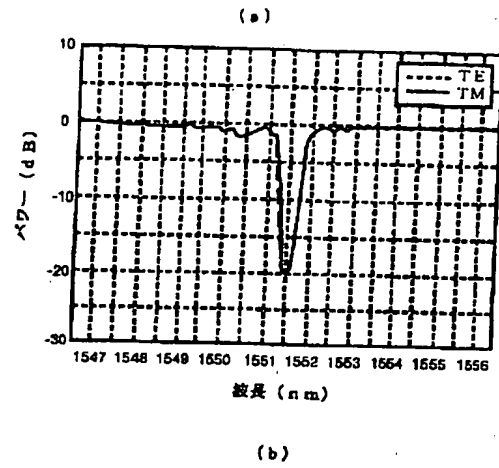


非複屈折性光誘起  $\Delta n$  について  $w_1 \leq t_1$

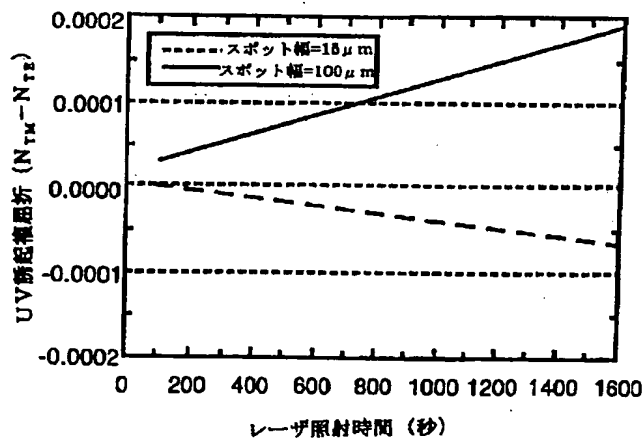
【図3】



【図4】



【図5】



## フロントページの続き

(71)出願人 500488694

ハー マジェスティ ザ クイーン イン  
ライト オブ カナダ, アズ リプレ  
ゼンテッド バイ ザ ミニスター オブ  
インダストリー スルー ザ コミュニ  
ケーションズ リサーチ センター

Her Majesty The Que  
en in Right of Cana  
da, as represented  
by the Minister of  
Industry through th  
e Communications Re  
search Centre

カナダ オンタリオ州 K2H 8S2  
オッタワ ステーション エイチ ビーオ  
ーボックス 11490 コミュニケーション  
ズリサーチセンター

Communications Rese  
arch Centre P. O. Box  
11490 Station H Otta  
wa Ontario Canada K  
2H 8S2

(72)発明者 ジャック アルバール

カナダ ケベック州 J9A 1K4 ハ  
ル モンシオン 33

(72)発明者 フランソワ ビロデュア

カナダ オンタリオ州 K2H 1B8  
ネビアン コークストンロード 149

(72)発明者 ケニス オー ヒル

カナダ オンタリオ州 K2K 1B2  
カナタ ビニンコート 1

(72)発明者 ダーウィン シー ジョンソン

カナダ オンタリオ州 K2H 5K3  
ネビアン スティルウォータードライブ  
43

(72)発明者 ステファン ジェイ ミハイロフ

カナダ オンタリオ州 K2B 5Z8  
オッタワ ゼファーアヴェニュー 314